

HYDROGEN STORAGE ALLOY HAVING COMPOUND THERMOELECTRIC ELEMENT

Patent Number: JP5231242
Publication date: 1993-09-07
Inventor(s): SAKAMOTO OSAMU
Applicant(s): ISUZU MOTORS LTD
Requested Patent: ☐ JP5231242
Application Number: JP19920029638 19920217
Priority Number(s):
IPC Classification: F02M21/02; F02B43/10; F28D20/00; H01L35/28
EC Classification:
Equivalents: JP3331607B2

Abstract

PURPOSE: To provide a hydrogen storage alloy having a compound thermoelectric element which consistently performs starting and operation of various kinds of devices, and supplement of hydrogen thereto without necessitating a large scale heating/pressure reducing device or cooling/pressurizing device. **CONSTITUTION:** A hydrogen storage alloy M stores hydrogen (H₂) by cooling and pressurizing, and discharges hydrogen (H₂) by heating and pressure reducing. A thermoelectric element 4 which is composed of a p-type semiconductor 4a and an n-type semiconductor 4b is fixed to the hydrogen storage alloy M through an insulator 2. A specified voltage 6 is applied to the thermoelectric element 4.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

T 1/19/1

1/19/1

DIALOG(R) File 347:JAPIO

(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04239542 **Image available**

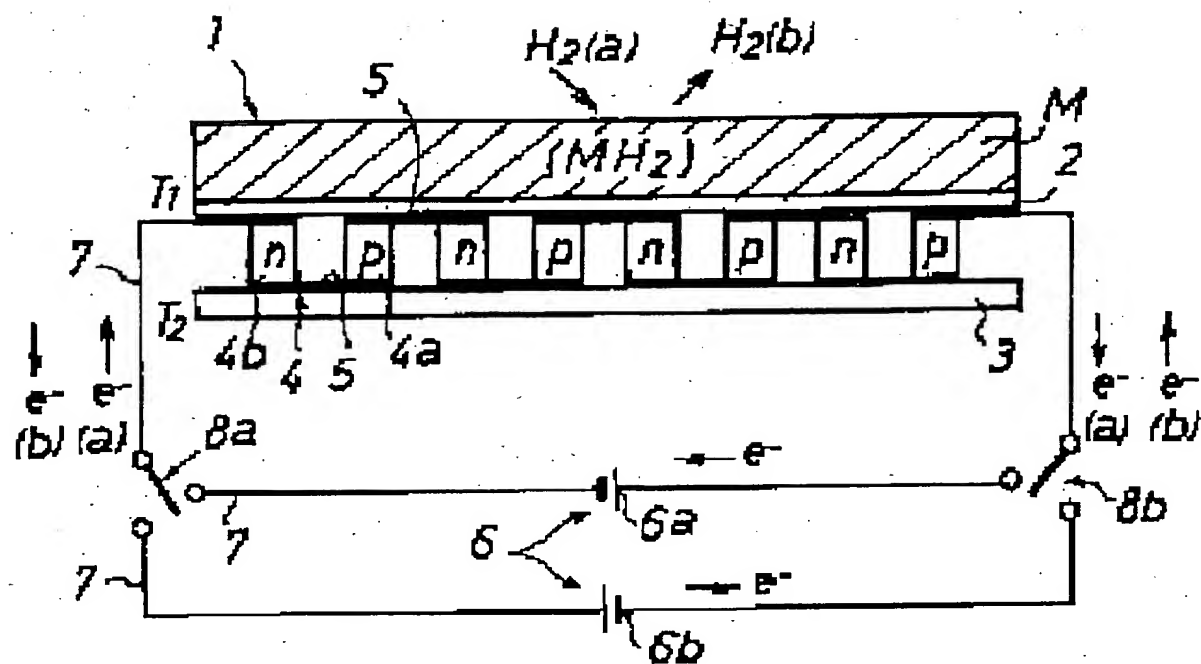
HYDROGEN STORAGE ALLOY HAVING COMPOUND THERMOELECTRIC ELEMENT

PUB. NO.: 05-231242 [JP 5231242 A]
PUBLISHED: September 07, 1993 (19930907)
INVENTOR(s): SAKAMOTO OSAMU
APPLICANT(s): ISUZU MOTORS LTD [000017] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)
APPL. NO.: 04-029638 [JP 9229638]
FILED: February 17, 1992 (19920217)
INTL CLASS: [5] F02M-021/02; F02B-043/10; F28D-020/00; H01L-035/28
JAPIO CLASS: 21.2 (ENGINES & TURBINES, PRIME MOVERS -- Internal Combustion); 24.2 (CHEMICAL ENGINEERING -- Heating & Cooling); 35.5 (NEW ENERGY SOURCES -- Hydrogen); 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)
JOURNAL: Section: M, Section No. 1529, Vol. 17, No. 686, Pg. 89, December 15, 1993 (19931215)

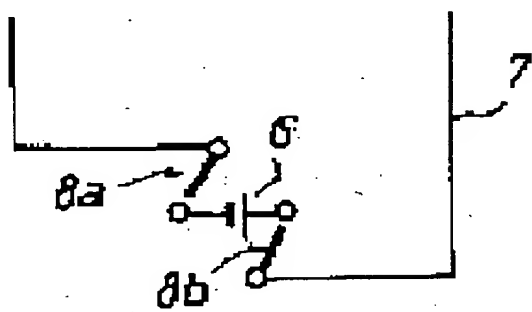
ABSTRACT

PURPOSE: To provide a hydrogen storage alloy having a compound thermoelectric element which consistently performs starting and operation of various kinds of devices, and supplement of hydrogen thereto without necessitating a large scale heating/pressure reducing device or cooling/pressurizing device.

CONSTITUTION: A hydrogen storage alloy M stores hydrogen ($H_{(sub\ 2)}$) by cooling and pressurizing, and discharges hydrogen ($H_{(sub\ 2)}$) by heating and pressure reducing. A thermoelectric element 4 which is composed of a p-type semiconductor 4a and an n-type semiconductor 4b is fixed to the hydrogen storage alloy M through an insulator 2. A specified voltage 6 is applied to the thermoelectric element 4.



(a)



(b)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 冷却・加圧により水素を吸蔵すると共に、加熱・減圧により水素を放出する水素吸蔵合金において、該水素吸蔵合金にp型半導体とn型半導体とから形成された熱電素子を絶縁体を介して固定し、該熱電素子に所定電圧を負荷したことを特徴とする熱電素子を複合化した水素吸蔵合金。

【請求項2】 前記熱電素子に所定電圧が正逆電極変換自在に負荷されたことを特徴とする請求項1に記載の熱電素子を複合化した水素吸蔵合金。

【請求項3】 前記水素吸蔵合金に流体を通過させるための配管が設けられたことを特徴とする請求項1または請求項2のいずれかに記載の熱電素子を複合化した水素吸蔵合金。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は熱電素子を複合化した水素吸蔵合金に係り、特にエンジン、蓄熱装置、コンプレッサ、冷却・冷凍装置及び水素アイソトープ分離装置等に適用できる熱電素子を複合化した水素吸蔵合金に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、水素吸蔵合金の各種装置への応用が注目されている。多くの金属は水素化合物を生成するが、この水素化合物の状態で安定化するため、加熱したり、圧力を下げても解離せず、水素を放出しない。しかし、ある種の合金は、比較的容易に水素化合物を形成して多量の水素を吸蔵し、又、わずかな加熱や減圧で水素化合物が解離し多量の水素を放出する。この種の合金が水素吸蔵合金と称されており、例えば、稀土類系合金(La、Ni等)、チタン系合金(Fe、Ti等)及びマグネシウム系合金(Mg、Ni等)が実用化されている。

【0003】すなわち、水素吸蔵合金は、図11に示すようなメカニズムで水素を吸蔵・放出する。図示されているように、水素吸蔵合金Mを冷却すると、水素H₂を吸蔵し、該水素吸蔵合金Mが発熱する方向に反応が進み、水素を吸蔵した水素吸蔵合金MH₂となる。逆に、水素を吸蔵した水素吸蔵合金MH₂を加熱すると、該水素吸蔵合金Mが発熱する方向に反応が進み、水素H₂を放出することになる。

【0004】このように水素吸蔵合金は加熱等を施さなければ水素を放出しないので、水素を吸蔵した金属状態で安全に移送することができる。また、水素を燃焼させても水が生成されるだけであるので、二酸化炭素の発生がなく、地球環境に優しい燃料である。これらの点に着目して、現在、車両用水素エンジンの燃料タンクその他、水素吸蔵合金の水素吸蔵・放出メカニズムを利用した各種装置の開発が進められている。

【0005】例えば、上記車両用水素エンジンの燃料タンクには、比較的軽量のマグネシウム系合金が採用され

2

ており、エンジン冷却水の排熱により水素吸蔵合金を加熱して該合金に吸蔵した水素を放出させるようになっている。そして、水素吸蔵合金から放出された水素の燃焼により発生する圧力で、水素エンジンのピストンやロータを駆動させれば、ガソリンエンジンに匹敵する動力を発生するというものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の水素吸蔵合金を応用した各種技術にあっては、以下のような課題があった。

【0007】上述のように車両用水素エンジンの燃料タンクに水素吸蔵合金を適用した場合、水素エンジンにおいて水素は消耗されるため、水素スタンドから燃料タンクとしての水素吸蔵合金に水素を補給する必要があるが、その際、該水素吸蔵合金を冷却してこれに水素を吸蔵させるための水冷等の冷却設備を備える必要がある。しかし、従来の燃料タンクには、このような冷却設備は具備されていないという課題があった。

【0008】また、エンジン冷却水の排熱により水素吸蔵合金を加熱して該合金に吸蔵した水素を放出させるように構成されているので、エンジン始動時はこの排熱を利用できない。従って、約250℃で水素を放出するマグネシウム系合金とは別個に、常温で水素を放出する水素吸蔵合金をサブ燃料タンクとして備えなければならないという課題があった。

【0009】さらに、他の各種装置に適用する場合にも、水素吸蔵合金に大規模な加熱・減圧装置或いは冷却・加圧装置を必要とするという課題があった。

【0010】上記課題に鑑み、本発明の目的は、大規模な加熱・減圧装置或いは冷却・加圧装置を必要とせず、各種装置の始動・運転・水素補給を一貫して行うことができる熱電素子を複合化した水素吸蔵合金を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的は、本発明に係る熱電素子を複合化した水素吸蔵合金によれば、冷却・加圧により水素を吸蔵すると共に、加熱・減圧により水素を放出する水素吸蔵合金において、この水素吸蔵合金にp型半導体とn型半導体とから形成された熱電素子を絶縁体を介して固定し、この熱電素子に所定電圧を負荷したことを特徴とする。

【0012】また、上記構成において、上記熱電素子に所定電圧が正逆電極変換自在に負荷されたことを特徴とする。

【0013】さらに、上記水素吸蔵合金に流体を通過させるための配管が設けられたことを特徴とする。

【0014】

【作用】上記構成によれば、上記水素吸蔵合金にp型半導体とn型半導体とから形成された熱電素子が絶縁体を介して固定されている。この熱電素子には、所定電圧が

負荷されている。従って、熱電素子により水素吸蔵合金が加熱または冷却される。

【0015】特に、上記熱電素子に所定電圧が正逆電極変換自在に負荷された場合、次のような加熱・冷却操作が可能になる。

【0016】まず、水素吸蔵合金に水素 H_2 を吸蔵させたい場合には、上記所定電圧を電極変換調整して上記熱電素子の一方へ電流を流すと、例えば、電子及び正孔が上記水素吸蔵合金から熱を奪い、上記熱電素子側へと運ぶ。これにより、上記水素吸蔵合金の温度が上記熱電素子の温度より低くなる。従って、水素吸蔵合金が冷却されて、水素を吸蔵した水素吸蔵合金になる。これは、各種装置の水素補給技術として適用される。

【0017】一方、この水素吸蔵合金から水素 H_2 を放出させたい場合には、上記所定電圧を電極変換調整して上記熱電素子の他方向へ電流を流すと、例えば、電子及び正孔が上記熱電素子側から熱を奪い、上記水素吸蔵合金へと運ぶ。これにより、上記水素吸蔵合金の温度が上記熱電素子の温度より高くなる。従って、水素吸蔵合金が冷却されて、これから水素 H_2 が放出されることになる。これは、各種装置の動力始動技術として適用される。

【0018】また、上記水素吸蔵合金に流体を通過させるための配管が設けられたことにより、これにエンジン排熱等により昇温された冷却水等を通して行うことができ、動力運転時における排熱利用を積極的に行うことができるものである。

【0019】すなわち、上記水素吸蔵合金に熱電素子を具備したことにより、大規模な加熱・減圧装置或いは冷却・加圧装置を必要としない。また、これに加えて排熱利用を積極的に行うことにより、各種装置の始動・運転・水素補給を一貫して行うことができるものである。

【0020】

【実施例】以下、本発明に係る熱電素子を複合化した水素吸蔵合金の好適実施例を添付図面に基づいて詳述する。

【0021】図1(a)は、本発明に係る熱電素子を複合化した水素吸蔵合金の第1の実施例を示す概略図である。図示されているように、本実施例の熱電素子を複合化した水素吸蔵合金1を構成する水素吸蔵合金Mは、例えば、直方体状の外形を呈している。この水素吸蔵合金Mは、水素化合物を容易に形成する金属と、水素化合物を形成し難い金属とを適宜の組成比で調整して形成される。この水素化合物を容易に形成する金属としては、例えば、ランタン(La)、チタン(Ti)、ジルコニウム(Zr)等の単体金属のときに水素を多量に吸収して安定な水素化合物を形成する金属がある。一方、水素化合物を形成し難い金属としては、鉄(Fe)、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)等の単体金属のときに通常の条件下では殆ど水素を吸収しない金属がある。そして、水素吸蔵

合金Mは、これらの単体金属を適宜の組成比で調整し、粉碎した合金を真空脱気した後、数十気圧の水素中で徐冷して、水素を吸収させて作製する。具体的には、この水素吸蔵合金Mの材質には、例えば、稀土類系合金(LaNi等)、チタン系合金(FeTi等)及びマグネシウム系合金(Mg: Ni等)等が採用される。尚、本実施例にあつては、水素吸蔵合金Mを直方体状の外形を呈するように成形したが、これに限らず、適用する装置に応じて適宜の形状に成形するものである。

【0022】また、上記水素吸蔵合金Mの一面には、例えば、耐熱性合成樹脂もしくはセラミックス等によって形成された絶縁体2の平板がクラッド状に重合されている。この絶縁体2は、必ずしも板材である必要はなく、例えば、絶縁塗料を上記水素吸蔵合金Mの一面に塗布しても良い。

【0023】さらに、上記水素吸蔵合金Mの絶縁体2側には、該絶縁体2と適宜間隔を隔てて、別の平板状の絶縁体3が設けられている。

【0024】そして、これら絶縁体2、3の間には、複数の熱電素子4が介設されている。具体的には、これら熱電素子4は、p型半導体4aとn型半導体4bとを上記絶縁体2、3の面に沿って、同数ずつ交互に設けたものである。相隣接するp型半導体4aとn型半導体4bとは、ろう材等の耐熱性・導電性を有する接着剤5によってU字状の熱電素子4を形成するように接合されている。また、上記接着剤5によるp型半導体4aとn型半導体4bとの接合は、絶縁体2の面と絶縁体3の面とで互い違いになされており、熱電素子4全体として波形状を呈するように、直列接続されている。ここで、上記p型半導体4aとしては、例えば、FeSi₂等を、上記n型半導体4bとしては、例えば、CoSi₂等が採用される。

【0025】また、上記熱電素子4の両端部に位置されたp型半導体4aとn型半導体4bとは、上記接着剤5をそれぞれ介して、所定の電圧を有する定電圧電源6が電気配線7により接続・負荷されている。この定電圧電源6は、電極方向の異なる第1の電源6aと第2の電源6bとから成っている。そして、これら第1の電源6aと第2の電源6bとは、上記電気配線7に設けられたスイッチ8a、8bを介して接続されており、該スイッチ8a、8bの切替えにより上記熱電素子4に与える負荷を正逆電極変換自在にしている。尚、上記スイッチ8a、8bを図1(b)に示すように構成すれば、一つの定電圧電源6で上記熱電素子4に与える負荷を正逆電極変換することができる。

【0026】具体的に、本実施例の熱電素子を複合化した水素吸蔵合金1を車両に適用する場合には、以下の二例が考えられる。まず、図2に示すように、上記水素吸蔵合金Mを冷却しながら水素スタンド9から水素 H_2 を補給し、水素を吸蔵した水素吸蔵合金MH₂とし、これ

を加熱して水素H₂を放出させる。そして、この放出された水素H₂を燃焼させてピストン（図示せず）等を作動させることが考えられる。また、図3に示すように、このピストン等の作動で余った水素H₂を車両に搭載した燃料電池10へ供給することが考えられる。

【0027】次に、第1の実施例の熱電素子を複合化した水素吸蔵合金1における作用を、車両用水素エンジンの燃料タンクとして使用する場合を例に採って説明する。

【0028】まず、燃料タンクとしての水素吸蔵合金1に水素H₂を吸蔵させたい場合、すなわち、水素スタンドから水素H₂を補給する場合には、図1に示されているように、上記スイッチ8a、8bにより第1の電源6aを接続して、a方向の電流を流すと、電子及び正孔が上記水素吸蔵合金Mから熱を奪い、上記熱電素子4側へと運ぶ。これにより、上記水素吸蔵合金Mの温度T₁（℃）と、上記熱電素子4の温度T₂（℃）とは、T₁ < T₂の関係になる。従って、水素吸蔵合金Mが冷却されて、水素H₂を吸蔵した水素吸蔵合金MH₂になる。

【0029】また、この水素吸蔵合金MH₂から水素H₂を放出させたい場合、すなわち、水素エンジンを始動する場合には、上記スイッチ8a、8bにより第2の電源6bを接続して、b方向の電流を流すと、電子及び正孔が上記熱電素子4側から熱を奪い、上記水素吸蔵合金Mへと運ぶ。これにより、上記水素吸蔵合金Mの温度T₁（℃）と、上記熱電素子4の温度T₂（℃）とは、T₁ > T₂の関係になる。従って、水素吸蔵合金MH₂が加熱されて、これから水素H₂が放出され、この水素H₂を燃焼させて発生する圧力でピストン等を駆動させれば、水素エンジンを始動することができる。この場合、水素エンジンが始動してエンジン排熱が利用できる温度まで上昇したら、この排熱により水素吸蔵合金MH₂を加熱すれば良く、その際、上記スイッチ8a、8bにより上記熱電素子4への負荷を解除する。

【0030】さらに、図4及び図5は、上述した水素補給時とエンジン始動時における運転操作状況を示す説明図である。まず、水素補給時は、図4に示されているように、上記スイッチ8a、8bにより第1の電源6aの通電をスタート11した後、水素を吸蔵した水素吸蔵合金MH₂の温度を測定12する。この水素吸蔵合金MH₂の温度が所定の温度まで冷却されていない場合には、通電を続行11aする。一方、上記水素吸蔵合金MH₂の温度が所定の温度まで冷却されている場合には、水素スタンドから水素H₂の注入をスタート13する。そして、水素スタンドのガスメータで所定の注入量になるのを確認14した後、上記スイッチ8a、8bにより第1の電源6aの通電をオフ15する。

【0031】一方、エンジン始動時は、図5に示されているように、上記スイッチ8a、8bにより第2の電源

6bの通電をスタート16した後、水素を吸蔵した水素吸蔵合金MH₂の温度と水素H₂の圧力を測定17する。この水素吸蔵合金MH₂の温度が所定の温度まで加熱されていない場合、または水素H₂の圧力が所定の値でない場合には、通電を続行16aする。一方、上記水素吸蔵合金MH₂の温度が所定の温度まで加熱され、かつ水素H₂の圧力が所定の値である場合には、水素エンジンを始動18する。このエンジンを始動後、水素を吸蔵した水素吸蔵合金MH₂の温度と水素H₂の圧力を測定19する。この水素吸蔵合金MH₂の温度が所定の温度まで加熱されていない場合、または水素H₂の圧力が所定の値でない場合には、上記スイッチ8a、8bにより第2の電源6bの通電はオン20aの状態である。一方、上記水素吸蔵合金MH₂の温度が所定の温度まで加熱され、かつ水素H₂の圧力が所定の値である場合には、上記スイッチ8a、8bにより第2の電源6bの通電をオフ20bするものである。尚、上記エンジンの始動18後に、水素を吸蔵した水素吸蔵合金MH₂の温度と水素H₂の圧力との測定19は継続され、上記スイッチ8a、8bの通電オン・オフ20a、20bの制御が繰り返される。

【0032】また図6は、本発明に係る熱電素子を複合化した水素吸蔵合金の第2の実施例を示す概略図である。図示されているように、本実施例の熱電素子を複合化した水素吸蔵合金21は、上記熱電素子4を構成するp型半導体4aとn型半導体4bとの間に位置された各空間に、流体を通過させるための配管22をそれぞれ介設したものである。これら配管22は、例えば、合成樹脂等の絶縁性被覆層23でそれぞれ覆われている。そして、これら絶縁性被覆層23で覆われた配管22は、上記絶縁体2にそれぞれ接触するように設けられている。

【0033】第2の実施例は基本的には上記第1の実施例と同様の作用効果を奏するが、特に第2の実施例においては、上記配管22を設けたことにより、これにエンジン冷却水を積極的に通過させることができる。水素エンジンが始動後は、このエンジン冷却水の排熱により水素吸蔵合金MH₂を加熱して該合金MH₂に吸蔵した水素H₂を放出させることができる。

【0034】さらに、上記第1及び第2の実施例の熱電素子を複合化した水素吸蔵合金1、21は車両以外の各種装置に応用できるが、その簡単な概念を公知文献を例示して述べる。

【0035】まず、図7に示すように、水素吸蔵合金MH₂から放出される水素H₂は、電気エネルギーと機械的エネルギーとに変換できる。これらのエネルギー変換により以下の各種装置に応用することができる。

【0036】図8は、蓄熱装置への応用例を示すものである。図示されているように、蓄熱装置30において、昼間は太陽熱で水素吸蔵合金MH₂を加熱し、これから放出される水素H₂をボンベ31に貯える。一方、夜間

はポンベ31から水素H₂を水素吸蔵合金MH₂に戻して吸蔵させ、発熱させる。この放熱を利用し温水を造り、風呂等に使用するように構成されている。

【0037】また、コンプレッサへの応用例は、低温・低圧で水素吸蔵合金MH₂に水素H₂を吸蔵させ、高温・高圧で水素吸蔵合金MH₂から水素H₂を放出させよう構成されており、エアーコンプレッサのエアーの代わりに水素H₂を使用することができる。

【0038】さらに、図9は、化学エンジンへの応用例を示すものである。図示されているように、化学エンジン41は水素吸蔵合金MH₂を温水で加熱し水素H₂を放出させ、ピストン42を作動させる。その後、冷水により水素吸蔵合金MH₂を冷却し、これに水素H₂を吸蔵させる。これを複数の水素吸蔵合金MH₂のユニットで交互にサイクルさせてピストン42の動作を連動させるように構成されている。

【0039】そして、図10は、冷却・冷凍装置への応用例を示すものである。図示されているように、冷却・冷凍装置51は、水素吸蔵合金MH₂としてCaNi₅合金51aとLaNi₅合金51bとを備えている。同じ温度であれば、CaNi₅合金51aよりLaNi₅合金51bの方が水素H₂の放出圧力が高い。まず、CaNi₅合金51aのみを太陽熱で加熱してLaNi₅合金51bよりも水素H₂の放出圧力を高くすると、水素H₂はLaNi₅合金51bの方へ全て移る。その後、CaNi₅合金51aの温度をLaNi₅合金51bの温度以下にすると、LaNi₅合金51bから水素H₂の放出が始まる。これは吸熱反応であるため、室内が熱交換器52を通して冷却されるように構成されている。尚、LaNi₅合金51bに水素H₂が移って吸蔵されたときの発熱は屋外へ捨てる。

【0040】最後に、水素アイソトープ分離装置への応用例を説明する。水素アイソトープ分離とは、水素と水素同位体、重水素、三重水素が各温度において母体の金属や合金によって放出される圧力が異なることを利用し、それぞれを分離する技術である。例えば、水素と重水素との混合気体を水素吸蔵合金MH₂に吸蔵させた後、圧を重水素は放出しないけれども、水素H₂の放出させる圧力まで降圧すれば、水素のみがガスとして分離され、重水素は水素吸蔵合金MH₂に残留することになる。

【0041】以上のような各種装置における水素吸蔵合金MH₂として上記第1及び第2の実施例の熱電素子を複合化した水素吸蔵合金1, 21を使用して適宜構成を変更すれば、各種装置をより小形化させることが期待できる。

【0042】次に、本発明を明確にするために、本発明に関係する公知文献を挙げ、これらとの相違点を簡単に述べる。

【0043】まず、特開昭63-246458号公報に

は、「金属水素化物利用エンジンにおける燃料タンクの暖機法」が提案されている。この提案は、水素吸蔵合金MH₂をエンジン排熱を利用して加熱するだけの技術であり、本発明が解決しているエンジン始動時の問題については触れていない。

【0044】また、特開昭62-113859号公報には、「水素自動車における予熱装置」が提案されている。この提案においても、エンジン始動時の問題については触れていない。

【0045】さらに、特開昭63-36659号公報には、「自動車燃料系冷却装置」が提案されている。この提案は、ガソリン等の一般燃料のエバポレーション（ガス化）を防止するために、熱電素子を使用して冷却する技術であり、本発明のように水素吸蔵合金MH₂の加熱または冷却を行って、水素H₂の吸蔵・放出を制御する技術とは目的及び作用効果において相違する。

【0046】そして、特開昭63-111269号公報には、「エンジンの排熱利用装置」が提案されている。この提案は、熱電素子を使用して燃焼室を加熱（ベルチェ効果）し、排熱で発電（ゼーベック効果）している。これに対し、本発明は排熱利用は副次的なもので、一つの熱電素子4でベルチェ効果により加熱及び冷却を行うものである。しかも、エンジン始動をベルチェ効果だけで行う技術である。

【0047】このように本発明は公知技術以上の予測できない優れた作用効果を奏し、これらの技術とは全く構成を異にする技術である。

【0048】

【発明の効果】以上述べたように、本発明に係る熱電素子を複合化した水素吸蔵合金によれば、大規模な加熱・減圧装置或いは冷却・加圧装置を必要とせず、各種装置の始動・運転・水素補給を一貫して行うことができるという優れた効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る熱電素子を複合化した水素吸蔵合金の第1の実施例を示す概略図である。

【図2】第1の実施例の熱電素子を複合化した水素吸蔵合金の車両への適用を示す説明図である。

【図3】第1の実施例の熱電素子を複合化した水素吸蔵合金の車載燃料電池への適用を示す説明図である。

【図4】水素補給時における運転操作状況を示す説明図である。

【図5】エンジン始動時における運転操作状況を示す説明図である。

【図6】本発明に係る熱電素子を複合化した水素吸蔵合金の第2の実施例を示す概略図である。

【図7】水素吸蔵合金から放出される水素のエネルギー変換を示す説明図である。

【図8】蓄熱装置への応用例を示す概略図である。

【図9】化学エンジンへの応用例を示す概略図である。

【図10】冷却・冷凍装置への応用例を示す概略図である。

【図11】水素吸蔵合金の水素吸蔵・放出のメカニズムを示す説明図である。

【符号の説明】

M 水素吸蔵合金

2 絶縁体

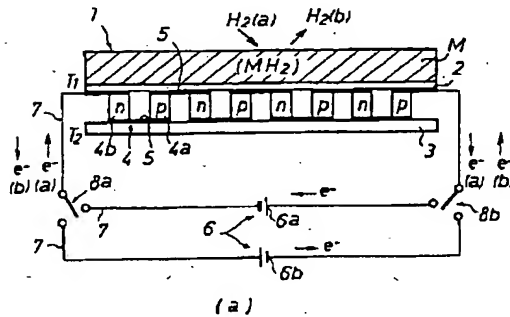
4 熱電素子

4a p型半導体

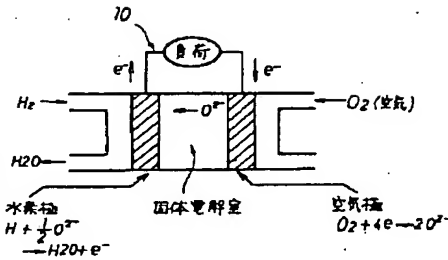
4b n型半導体

6 定電圧電源

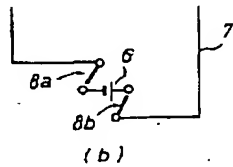
【図1】



【図3】

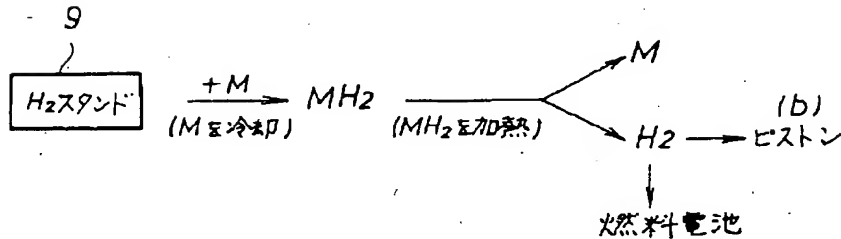
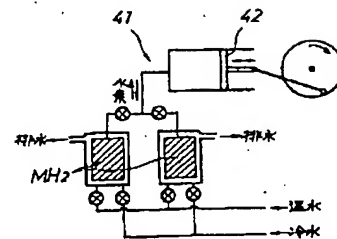


(a)

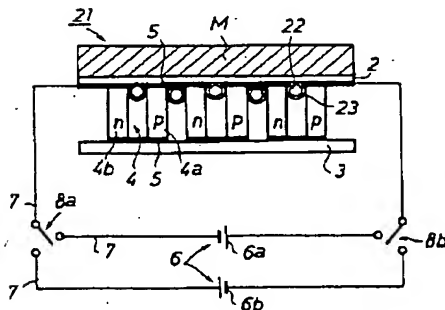


【図2】

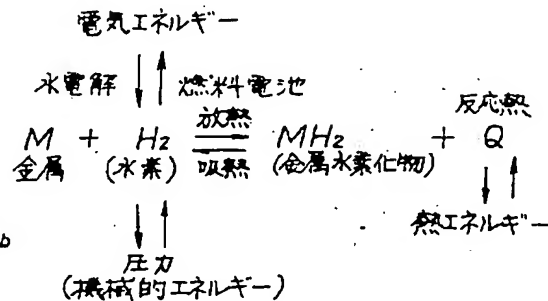
【図9】



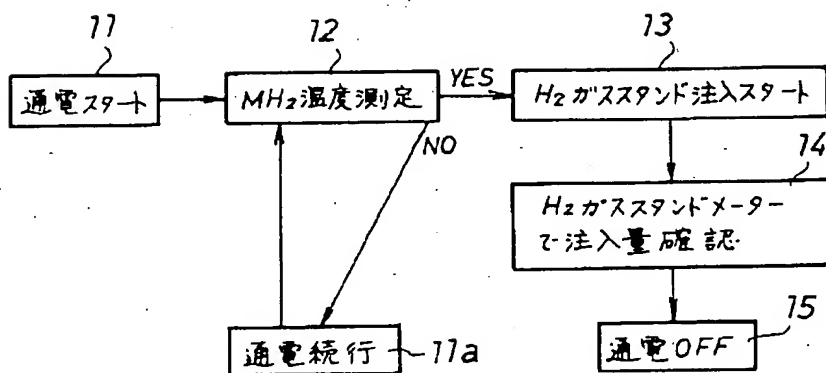
【図6】



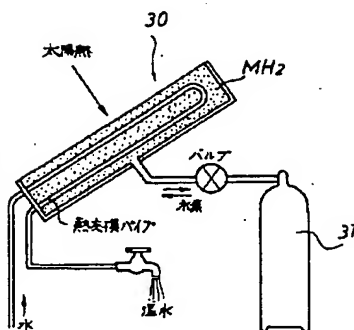
【図7】



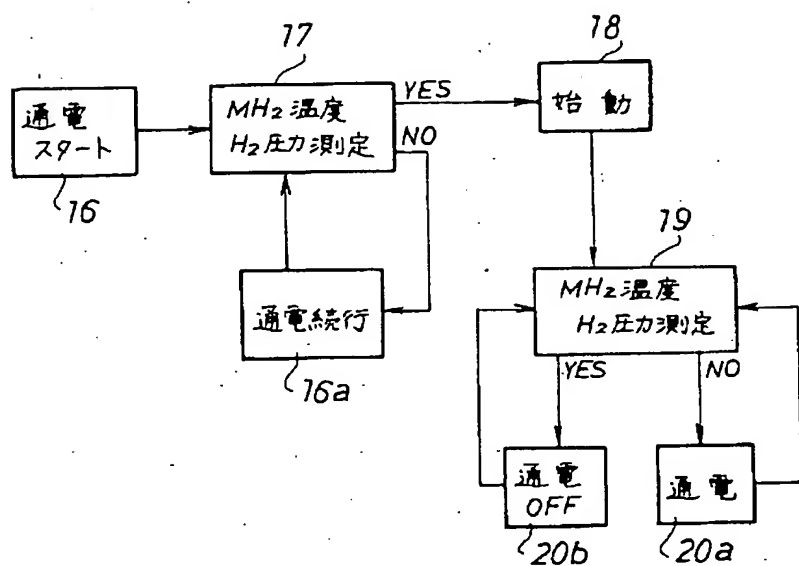
【図4】



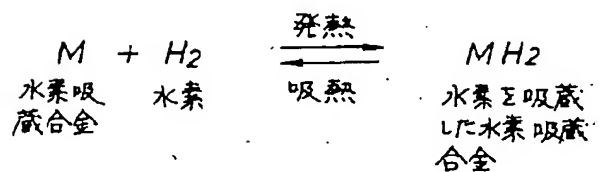
【図8】



【図5】



【図11】



【図10】

